

10. Ефремова Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный. — М.: Русский язык, 2000. — 1232 с.

11. Загородній А. Г., Вознюк Г. Л. Фінансово-економічний словник. — Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2005. — 714 с.

12. Кондрашихин А. Б. Фондовый рынок (рынок ценных бумаг). — К.: Издательство «ЦУЛ», 2008. — 376 с.

13. Міжнародні стандарти бухгалтерського обліку: Пер. з англ. / за ред. С. Голова. — К.: Федерація професійних бухгалтерів та аудиторів

and similar papers at [core.ac.uk](http://core.ac.uk)

provided by Institutional Repository of Vadym Hetman

15. Суторміна В. М., Савчук Н. В. Фондовый рынок: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. — К.: КНЕУ, 2001. — 72 с.

Статтю подано до редакції 13.02.10 р.

УДК: 336.743-044.325

Н. С. Білань, аспірант  
кафедри менеджменту банківської діяльності,  
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

## ОЦІНКА РИЗИКУ ВАЛЮТНОГО ПОРТФЕЛЯ БАНКУ НА ОСНОВІ VaR-МЕТОДОЛОГІЇ

Розглянуто та запропоновано новий підхід до вдосконалення VaR-методології оцінки ризику валютного портфеля банку. Запропоновано модель, що передбачає використання експотенціально-зваженої волатильності та підбір оптимального параметра згладжування ряду валютних курсів з метою адаптації VaR-методології до умов українського фінансового ринку.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: валютний ризик, вартість під ризиком, кореляція валютних курсів, валютний портфель, експотенціально-зважена волатильність, VaR-методологія.

Рассматривается и предлагается новый подход к усовершенствованию VaR-методологии оценки риска валютного портфеля банка. Предложенная модель предусматривает

использование экспоненциально-взвешенной волатильности и подбор оптимального параметра сглаживания ряда валютных курсов с целью адаптации VaR-методологии к условиям украинского финансового рынка.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** валютный риск, капитал под риском, корреляция валютных курсов, валютный портфель, экспоненциально-взвешенная волатильность, VaR-методология.

The new approach to the improvement of VaR-methodology of estimation of bank's currency portfolio risk is examined and offered. The offered model foresees the using self-weighted volatiation and selection optimum parameter of smoothing row exchange rates with the purpose of adaptation VaR-methodology to the terms of the Ukrainian financial market.

**KEYWORDS:** currency risk, value at risk, correlation of exchange rates, currency portfolio, self-weighted volatiation, VaR-methodology.

## **1. Постановка проблеми**

В умовах стрімкого розвитку українського фінансового ринку, світових інтеграційних процесів та поглиблення диверсифікації діяльності фінансово-кредитних установ дедалі гостріше постає проблема кількісної оцінки ринкових ризиків. Основним завданням залишається вибір оптимальної та адекватної методики прогнозування ринкових індикаторів і визначення лімітів відкритих позицій за ризиковими активами, що відповідатимуть стратегічним цілям банку. Зважаючи на низький рівень розвитку фінансового ринку України, основним ринковим індикатором, який суттєво впливає на діяльність банку, є валютний курс. Станом на 01.12.2009 р. результат від торгівлі іноземною валютою по банківській системі становив більше 2 % у структурі загальних доходів банку.

## **2. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Проблемам кількісної оцінки ринкових ризиків присвячені праці зарубіжних учених Г. Марковіца, В. Шарпа, Ф. Блека та вітчизняних — С. Наконечного, В. Вітлінського, О. Ястремського. Теорія вибору оптимального портфеля активів пов'язує оцінку ринкових ризиків з концепцією варіативності. Даний підхід асо-

ційований з уявленням про ризик фінансового інструмента як варіативності в часі доходу за цим інструментом. Основним недоліком цієї концепції є використання нечітких понять, таких як міра схильності інвестора до ризику, що ускладнює процес контролю за ризиками. Традиційні міри ризику не оцінюють «капітал під ризиком», тобто капітал, що покриває втрати, спричинені факторами ризику.

В умовах швидкого розвитку обчислювальної техніки та інформаційних технологій у сфері оцінки банківських ризиків першочергового значення набувають складні статистичні та математичні моделі прогнозування ризиків. Одною з таких моделей є оцінка вартості під ризиком. Вартість під ризиком (VaR) є узагальнюючим кількісним статистичним виміром ризику, що дозволяє в одному числі узагальнити вплив різних факторів ризику та враховує кореляцію між впливом факторів ризику [1, с. 111]. З економічної точки зору показник VaR характеризує величину, яку не перевищать очікувані протягом визначеного періоду втрати з заданою імовірністю.

Показник VaR вперше був використаний у банку «JP Morgan» з метою підвищення ефективності роботи з ризиками. Історично підхід до оцінки ризиків, що базується на VAR, вперше був рекомендований Групою тридцяти (The Global Derivatives Study Group, G30) в 1993 р. у дослідженні «Derivatives: Practices and Principles». У цьому ж році Європейська Рада в директиві «EEC 6-93» встановила резерви капіталу для покриття ринкових ризиків з використанням моделей VAR. В 1994 р. The Bank of International Settlements рекомендував банкам розкриття своїх значень VAR. В 1995 р. Базельський комітет з нагляду за банками запропонував банкам використовувати власні моделі оцінки VAR як основу для розрахунку резервів капіталу [2]. За останні кілька років VAR став одним із самих популярних методів управління і контролю ризику в банках різного типу.

### **3. Виділення невирішених частин даної проблеми**

Зважаючи на підвищену волатильність валютних курсів в умовах кризи дедалі більшої актуальності набуває удосконалення методів оцінки валютного ризику банку на основі VaR-методології. Поняття VaR нерозривно пов'язане з коваріаційним методом розрахунку цього показника. Метод базується на апараті сучасної портфельної теорії та припущенні про нормальний закон розподілу дохідностей фінансових інструментів. Враховуючи

особливості регулювання та впливу різних факторів на фінансові ринки, ефективність застосування VaR-методики сприймається неоднозначно. Незважаючи на класичний характер використання, параметричний метод розрахунку VaR потребує удосконалення у напрямку адаптації до існуючих умов на фінансовому ринку України.

#### 4. Постановка завдання

Методика RiskMetrics, запропонована банком «JP Morgan», передбачає використання експоненціально-зваженої волатильності. Основною перевагою даної моделі є здатність послідовно адаптуватися до нових тенденцій динаміки валютних курсів без значного реагування на випадкові відхилення. Метою дослідження є удосконалення коваріаційного методу оцінки VaR валютного портфеля за умови використання експоненціально-зваженої волатильності.

#### 5. Виклад основного матеріалу

Опишемо основні етапи параметричного методу оцінки VaR валютної позиції банку. Початковим етапом є підготовка і первинна обробка вихідних даних. Вихідними даними для оцінки валютного ризику є ряди динаміки щоденних курсів валют до гривні та відкриті валютні позиції банку на дату розрахунку. Для адекватної оцінки VaR доцільно використовувати історичні дані динаміки валютних курсів з глибиною періоду — більше 250 днів. Наприклад, фрагмент таблиці з курсами валют та значення відкритих позицій банку, які використовується для розрахунку VaR на 13 жовтня 2008 року представлені у табл. 1 і 2. Для перевірки адекватності моделі доцільно використовувати динаміку ринкових індикаторів, притаманну стандартній ситуації на фінансовому ринку. У даному випадку розглядається докризовий період.

Далі розраховують логарифми щоденних темпів росту курсів валют:

$$X_t^i = \ln (\text{Курс}_t^i / \text{Курс}_{t-1}^i), t = 1, 2, 3 \dots T, i = 1, 2, \dots n, \quad (1)$$

де  $\text{Курс}_t^i$  — значення курсу  $i$ -ої валюти в  $t$  вимірі;

$\text{Курс}_{t-1}^i$  — значення курсу  $i$ -ої валюти в  $t-1$  вимірі;

$T$  — загальна кількість вимірів логарифмів темпів росту курсів;

$i$  — індекс, що позначає валюту;

$n$  — кількість валют [2].

Таблиця 1

**ФРАГМЕНТ ТАБЛИЦІ РЯДУ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ  
НА 13 ЖОВТНЯ 2008 РОКУ**

Буквенний код валюти/ Дата виміру	AUD	BYR	CAD	CHF	DKK	EUR
10.10.2008	3,46	0,00	4,38	4,36	0,90	6,74
09.10.2008	3,38	0,00	4,48	4,35	0,91	6,76
08.10.2008	3,55	0,00	4,45	4,29	0,89	6,67
07.10.2008	3,64	0,00	4,49	4,27	0,89	6,64
06.10.2008	3,78	0,00	4,52	4,30	0,90	6,74

Таблиця 2

**ФРАГМЕНТ РЯДУ ЗНАЧЕНЬ ВІДКРИТИХ ВАЛЮТНИХ ПОЗИЦІЙ БАНКУ  
НА 10 ЖОВТНЯ 2008 РОКУ**

Буквенний код валюти / Дата виміру	AUD	CAD	CHF	DKK	EUR
10.10.2008	9910,00	35790,00	69787,67	17750,00	1998614,3

Логарифм темпів росту курсу валюти характеризує інтенсивність зміни валютного курсу і є випадковою величиною, розподіл якої в даній методиці припускається близьким до нормального. Фрагмент таблиці логарифмів росту валютних курсів наведено в табл. 3.

Таблиця 3

**ФРАГМЕНТ ТАБЛИЦІ З ЛОГАРИФМАМИ ТЕМПІВ РОСТУ КУРІВ ВАЛЮТ**

Буквенний код валюти/ Дата виміру	AUD	BYR	CAD	CHF	DKK	EUR
10.10.2008	0,02	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00
09.10.2008	-0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
08.10.2008	-0,03	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
07.10.2008	-0,04	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
06.10.2008	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,01

З метою врахування кореляцій між курсами валют розрахуємо коваріаційну та кореляційну матриці для випадкових величин  $X_i$  (логарифмів темпів росту  $i$ -ої валюти),  $i = 1, 2, \dots, n$ . Елементи коваріаційної матриці розраховуються за формулою:

$$C_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left( x_t^i - \frac{\sum_{t=1}^T x_t^i}{T} \right) \cdot \left( x_t^j - \frac{\sum_{t=1}^T x_t^j}{T} \right), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Елементи головної діагоналі коваріаційної матриці дорівнюють дисперсії (квадрати волатильностей). На основі елементів коваріаційної матриці визначають коефіцієнти кореляції  $K_{ij}$  випадкових величин  $X^i$  та  $X^j$  за формулою:

$$K_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Коефіцієнт кореляції характеризує силу і характер взаємозв'язку двох випадкових величин: чим ближчий він до одиниці за абсолютною величиною, тим сильніший взаємозв'язок, чим ближчий до нуля — тим слабший зв'язок (табл. 4).

У зв'язку з тим, що значна частина відкритих валютних позицій сформована готівкою, в даній методиці робиться припущення, що економічна вартість відкритих валютних позицій співпадає з їх величиною на рахунках.

Таблиця 4

## ФРАГМЕНТ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ МАТРИЦІ

Буквенний код валюти	AUD	BYR	CAD	CHF	DKK	EUR
AUD	1,000000	0,115008	0,508797	0,324391	0,549696	0,551469
BYR	0,115008	1,000000	0,226284	0,206337	0,277971	0,276690
CAD	0,508797	0,226284	1,000000	0,332884	0,494276	0,496017
CHF	0,324391	0,206337	0,332884	1,000000	0,869735	0,868138
DKK	0,549696	0,277971	0,494276	0,869735	1,000000	0,999673
EUR	0,551469	0,276690	0,496017	0,868138	0,999673	1,000000

Величина економічної вартості відкритої валютної позиції визначається з вихідних даних по кожній валюті як добуток позиції в одиницях відповідної валюти і курсу в гривнях за одиницю валюти:

$$V_i = \text{Позиція}_i \cdot \text{Курс}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Таблиця 5

**ФРАГМЕНТ ВЕКТОРА-РЯДУ ВЕЛИЧИН ЕКОНОМІЧНОЇ  
ВАРТОСТІ ВІДКРИТИХ ВАЛЮТНИХ ПОЗИЦІЙ**

Буквенний код валюти/ Дата виміру	AUD	BYR	CAD	CHF	DKK	EUR
10.10.2008	34 254,15	—	156 688,94	304 266,42	16 054,06	13 473 173,49

На основі економічної вартості відкритих валютних позицій, волатильності валютних курсів, з заданою імовірністю 95 % розрахуємо оцінки VaR (табл. 7):

$$VaR_i = 1,65 \cdot \sigma_i \cdot V_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

При розгляді оцінки  $VaR_i$  позиції даної валюти як такої, без зв'язку з оцінками позицій в інших валютах, знак плюс чи мінус не має суттєвого значення, і вказує тільки на те, коротка чи довга позиція.

Таблиця 6

**ФРАГМЕНТ ВЕКТОРА-РЯДУ ОЦІНОК МОЖЛИВИХ ВТРАТ ЗА ВІДКРИТИМИ  
ВАЛЮТНИМИ ПОЗИЦІЯМИ В КОЖНІЙ ВАЛЮТІ  $VaR_i$  НА 10.10.2008P**

Буквенний код валюти/ Дата виміру	AUD	BYR	CAD	CHF	DKK	EUR
10.10.2008	2 358,43	0,00	9 876,90	20 124,93	187,02	1 169 444,92

Сукупна оцінка можливих втрат з імовірністю 95 % протягом найближчого робочого дня через коливання курсів валют у цілому по загальній відкритій валютній позиції  $VaR$  знаходиться як квадратний корінь із добутку вектора-строки індивідуальних оцінок  $VaR_i$ , кореляційної матриці і вектора-стовпця індивідуальних оцінок  $VaR_i$  [2]:

$$VaR = \sqrt{\begin{vmatrix} VaR_1 & \dots & VaR_j & \dots & VaR_n \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & K_{12} & \dots & K_{1,n-1} & K_{1,n} \\ K_{12} & 1 & \dots & K_{2,n-1} & K_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_{1,n-1} & K_{2,n-1} & \dots & 1 & K_{n-1,n} \\ K_{1,n} & K_{2,n} & \dots & K_{n-1,n} & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} VaR_1 \\ \dots \\ VaR_i \\ \dots \\ VaR_n \end{vmatrix}} \quad (6)$$

Оцінка можливих втрат у цілому по загальній відкритій валютній позиції VaR на 10.10.2008 р. склала 591 397,16 грн. Фактично, якби на наступний робочий день 13.10.2008 року позиція залишилася такою самою, максимально можливі втрати від переоцінки у зв'язку зі змінами валютних курсів склали б 591 397,16 грн. Тому основним завданням ризик-менеджменту на даному етапі є мінімізація потенційних збитків.

Одним із недоліків описаного вище методу оцінки VaR є використання рівномірно зваженої волатильності, яка передбачає врахування всіх історичних даних однаковою мірою. Це недоцільно, бо майбутня динаміка валютних курсів в основному визначається недавніми тенденціями. Чим старіші дані, тим менше вони здатні точно визначати майбутні тенденції. Тому для розрахунку VaR валютного портфеля варто використати експоненціально зважену волатильність, яка швидше реагує на шоківі зміни дохідності і в цілому є хорошим прогнозом стандартного відхилення.

Стандартна формула RiskMetrics для розрахунку VaR параметричним методом з горизонтом прогнозування в один день у випадку єдиного активу має вигляд:

$$VaR_t = V_{t-1} \cdot (1 - e^{-k_{1-a} \cdot \sigma_{t/t-1} + m}), \quad (7)$$

де  $V_{t-1}$  — вартість активу в період часу, що передує періоду прогнозування;

$k_{1-a}$  — квантиль нормального розподілу з рівнем довіри (1-а);

$\sigma_{t/t-1}$  — прогнозна волатильність дохідності активу;

$m$  — математичне сподівання дохідності  $E[r_t]$ , у подальших розрахунках приймається рівним 0.

На практиці широко використовується наступне перетворення формули:

$$VaR_t = V_{t-1} \cdot k_{1-a} \cdot \sigma_{t/t-1}. \quad (8)$$



Експоненціально зважена волатильність у методиці RiskMetrics розраховується за формулою [20, с. 317]:

$$\sigma = \sqrt{(1 - \lambda) \cdot \sum_{t=1}^T \lambda^{t-1} \cdot (r_t - r_a)^2}, \quad (9)$$

$$\text{де } 0 < \lambda < 1, \sum_{t=1}^T \lambda^{t-1} = \frac{1}{1 - \lambda}, \text{ якщо } T \Rightarrow \infty. \quad (10)$$

Одним з важливих моментів є визначення оптимального параметра  $\lambda$ . Відомо, що  $\sigma_t^2 = E(r_t - E(r_t))^2 = E(r_t^2) - (E(r_t))^2, E(r_t) = 0$ , звідси  $\sigma_t^2 = E(r_t^2)$ . Визначимо похибку прогнозу:

$$\varepsilon_{t+1/t} = r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1/t}^2. \quad (11)$$

Вважаючи математичне сподівання величини  $\varepsilon$  рівним нулю, за критерій вибору оптимального  $\lambda$  оберемо мінімум середньоквадратичної похибки, яка визначається:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1/t}^2(\lambda))^2}. \quad (12)$$

Шляхом варіації параметра  $\lambda$  будується ряд значень  $RMSE(\lambda)_i$  (табл. 8), визначається  $\min RMSE(\lambda)_i$ . Параметр згладжування  $\lambda$ , що відповідає мінімальному значенню  $RMSE$  вважається оптимальним [3, с. 319].

Таблиця 7

ФРАГМЕНТ ТАБЛИЦІ РЯДУ ЗНАЧЕНЬ  $RMSE(\lambda)_i$

Буквенний код валюти/параметр $\lambda$	AUD	CAD	CHF	DKK	EUR	GBP
0,01	0,00037	0,000171587	0,000159917	0,000147	0,000147	0,000156
0,02	0,000368	0,000170977	0,000159171	0,000146	0,000146	0,000156
0,03	0,000366	0,000170378	0,000158439	0,000145	0,000145	0,000155

Отже, визначимо оптимальні параметри згладжування  $\lambda$  для кожної з валют (табл. 8).

Таблиця 8

ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ЗГЛАДЖУВАННЯ  $\lambda$  ДЛЯ ВАЛЮТ  
ТА БАНКІВСЬКИХ МЕТАЛІВ

Буквенний код валюти	Повна назва валюти	Параметр згладжування $\lambda$
AUD	Австрійський долар	0,67
CAD	Канадський долар	0,93
CHF	Швейцарський франк	0,97
DKK	Датська крона	0,97
EUR	Євро	0,97
GBP	Фунт стерлінгів	0,98
NOK	Норвезька крона	0,98
PLN	Злотий	0,95
RUB	Російський рубль	0,98
SEK	Шведська крона	0,97
XAG	Срібло	0,97
XAU	Золото	0,96
XPD	Палладій	0,94
XPT	Платина	0,9
USD	Долар США	0,99

У даному методі важливо визначити оптимальну глибину ретроспективи. Як відомо, для того щоб оцінка стандартного відхилення правильно характеризувала генеральну сукупність, вибірка повинна бути не нижче певного рівня. На думку практиків, такий рівень повинен бути не нижчим 40–50 значень. Однак оцінка волатильності дохідності фінансових активів має кілька особливостей, пов'язаних з тим, що параметри розподілу змінюються з часом, у тому числі і середня волатильність (гетероскедастичність). Таким чином накладається обмеження на максимальний розмір вибірки. У нашому випадку глибина ретроспективи становила 250 робочих днів.

Далі за вже описаним сценарієм розраховують загальну VaR портфеля валют. У розглянутому прикладі на 10.10.2008 р. VaR валютного портфеля банку за умови використання експотенціально зваженої волатильності з імовірністю 95 % порівняно зросла і становила 682 520,49 грн. Отже, імовірність перевищення її фактичними втратами зменшилася.

Для перевірки ефективності використання експотенціально зваженої волатильності проведемо бек-тестування базової та удосконаленої методик за минулі 250 днів згідно вимог Базельського комітету з банківського регулювання та нагляду. У результаті порівняння фактичних втрат банку та VaR, розраховану класичним методом отримуємо 13 похибок, з яких 8 — з негативними значеннями (втрати) та 5 — з позитивними (прибутки). Отже, методика належить до т.з. «жовтої зони» і потребує удосконалення (рис. 1).

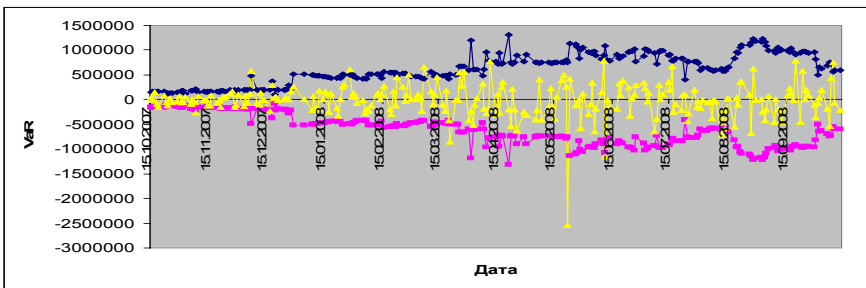


Рис. 1. Бек-тестування VaR, визначеної класичним методом

Бек-тестування методу оцінки VaR на основі експотенціально зваженої волатильності дає підстави зробити висновок про підвищення точності VaR- оцінок. Метод дає 8 похибок, з яких 4 — перевищення позитивних відхилень та 4 — негативних (рис. 2). Метод можна вважати адекватним, віднести до «зеленої зони» та використовувати у процесі прогнозування валютних ризиків.

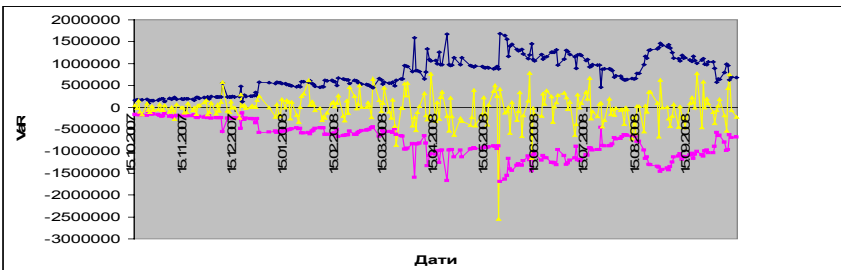


Рис. 2. Бек-тестування VaR, розрахованої з використанням експотенціально зваженої волатильності

## **6. Висновки і перспективи подальших досліджень**

В умовах динамічного фінансового ринку та непередбачуваної перехідної економіки методика VaR-оцінки потребує постійного тестування та модифікації. Вдалим шляхом підвищення адекватності і точності оцінок вартості під ризиком є використання експотенціально зваженої волатильності, що дозволяє більшою мірою врахувати недавні шоківі зміни фінансових індикаторів. Підтвердженням ефективності розглянутого методу є відносно вдалі результати бек-тестування в стандартних умовах українського фінансового ринку.

Наявність похибок розглянутої моделі дає поштовх до поглиблення досліджень. Значними недоліками параметричних методів є припущення про нормальний закон розподілу та лінійні моделі. Перспективним можна вважати використання не-параметричних методів оцінки вартості під ризиком, зокрема методу симуляційного моделювання Монте-Карло, що може використовувати будь-який закон розподілу та нелінійні моделі. Крім того VaR-методика передбачає похибку у розмірі 1 %, 5 % тощо. Отже, перспективним є дослідження у напрямі їх усунення.

## **Література**

1. Банківські ризики: теорія та практика управління: Монографія / Л. О. Примостка, О. В. Лисенок, О. О. Чуб та ін. — К.: КНЕУ, 2008. — 456 с.
2. Волков С. Н. Современный риск-менеджмент с использованием методологии Value-at-Risk // finrisk.ru
3. Рогов М. А. Методика расчета возможных потер (Value at Risk) из-за фактора риска изменения валютных курсов в банке / www.hedging.ru/publications.
4. Лобанов А. А., Чугунова А. В. Энциклопедия финансового риск-менеджмента. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. — 936 с.
5. Supervisory Framework For The Use of «Backtesting» in Conjunction with The Internal Models Approach to Market Risk Capital Requirements (January 1996).

Статтю подано до редакції 28.01.10 р.